

DE 197 42 7 16

AB EP 905594 A UPAB: 19990511

NOVELTY - Installation includes a serial field bus (10) to which a master control device (20) and a number of bus subscribers (30,40,50) are connected. Safety-related devices which carry out safety functions such as e.g. a stop function or emergency off function are placed in the master control device and in the bus subscribers. The safety-related devices (80) can communicate with each other by way of the field bus.

DETAILED DESCRIPTION - Each bus subscriber is connected to the field bus by a bus connecting device. Each bus subscriber and master control device has at least one input connected to a monitoring device, e.g. sensor. Each bus subscriber and master control device has at least one output connected to a device to be safeguarded.

An INDEPENDENT CLAIM is included for a process for the transmission of safety-related data in a control and data installation.

USE - For safeguarding devices such as robots, machines and the like.

ADVANTAGE - The field bus system, in particular the inter-bus safety procedures are improved and there is no need for additional lines for the transmission of control signal or redundant safety-related units.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a block circuit diagram of a control data-transmission installation.

serial field bus 10

master control device 20

bus subscribers 30,40,50

safety-related devices 80

Dwg.1/4



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 42 716 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 04 L 12/403**

②① Aktenzeichen: 197 42 716.2  
②② Anmeldetag: 26. 9. 97  
④③ Offenlegungstag: 22. 4. 99

DE 197 42 716 A 1

⑦① Anmelder:  
Phoenix Contact GmbH & Co., 32825 Blomberg, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Blumbach, Kramer & Partner GbR, 65187  
Wiesbaden

⑦② Erfinder:  
Behr, Thorsten, Dipl.-Ing., 32805 Horn-Bad  
Meinberg, DE; Meyer-Gräfe, Karsten, Dipl.-Ing.,  
33758 Schloß Holte-Stukenbrock, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 37 06 325 C2  
DE 40 32 033 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

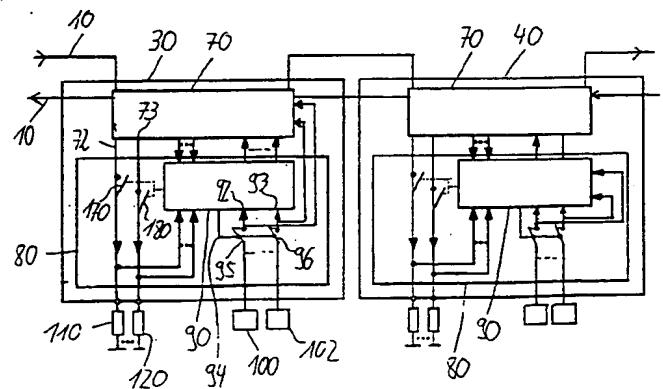
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Steuer- und Datenübertragungsanlage und Verfahren zum Übertragen von sicherheitsbezogenen Daten

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Steuer- und Datenübertragungsanlage sowie ein Verfahren zur Übertragung von sicherheitsbezogenen Daten in einer Steuer- und Datenübertragungsanlage.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bestehende Feldbussysteme, insbesondere den Interbus, sicherheitstechnisch derart zu verbessern, daß weder zusätzliche Leitungen zur Übertragung von Steuersignalen noch redundante, sicherheitsbezogene Baugruppen erforderlich sind.

Die Erfindung erreicht dies dadurch, daß in der Master-Steuereinrichtung (20) und in den Busteilnehmer (30, 40, 50) jeweils eine sicherheitsbezogene Einrichtung (210; 80) zum Ausführen von vorbestimmten Sicherheitsfunktionen angeordnet ist, und daß die sicherheitsbezogenen Einrichtungen (80; 210) über den Feldbus (10) miteinander kommunizieren können.



DE 197 42 716 A 1

Die Erfindung betrifft eine Steuer- und Datenübertragungsanlage gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Übertragen von sicherheitsbezogenen Daten in einer solchen Anlage nach Anspruch 11.

Seit mehreren Jahren werden auf dem Gebiet der Automatisierung immer häufiger Feldbussysteme eingesetzt, an die Eingabe-/Ausgabe-Geräte sowie eine übergeordnete Steuereinrichtung angeschlossen sind. Mit solchen Feldbussystemen kann der Verkabelungsaufwand deutlich verringert werden, da Kupferleitungen eingespart werden können. Damit die Feldbussysteme den geforderten sicherheitstechnischen Anforderungen gerecht werden, müssen bestimmte Sicherheitsfunktionen, wie z. B. eine Stopp-Funktion oder eine Not-Aus-Funktion, durch die das Feldbussystem in einen sicheren Zustand gefahren werden kann, realisiert werden. Bei bisher bekannten Feldbussystemen erfolgt die Übertragung der dazu erforderlichen Steuersignale jeweils über parallele Einzelleitungen, d. h. nicht über den Feldbus selbst. Andere bekannte Ansätze bestehen darin, all diejenigen Einrichtungen, die Sicherheitsfunktionen ausführen sollen, entsprechend redundant auszuliegen. Den bekannten Techniken haftet der Nachteil an, daß entweder ein hohes Maß an redundanten Bauteilen erforderlich ist, oder zur Übertragung der zusätzlichen Steuersignale parallele Einzelleitungen benötigt werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die eingangs genannte Steuer- und Datenübertragungsanlage mit einem seriellen Feldbus derart zu verbessern, daß die oben genannten Nachteile vermieden werden und die Flexibilität der Anlage gesteigert werden kann, indem auf einfache Art und Weise Hersteller-unabhängige sicherheitsbezogene Baugruppen in der Anlage integriert werden können.

Dieses technische Problem löst die Erfindung zum einen mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Kerngedanke der Erfindung ist es, ein Feldbussystem mit Sicherheitsfunktionen auszustatten, die beispielsweise die Kategorie 3 bzw. 4 der europäischen Norm EN 954-1 (Stand 1996) und die Anforderungsklassen 4 bzw. 6 nach DIN V 19 250 (Stand Mai 1994) erfüllen.

Dazu ist eine Steuer- und Datenübertragungsanlage mit einem seriellen Feldbus vorgesehen, an den eine Master-Steuereinrichtung und mehrere Busteilnehmer, das sind beispielsweise Eingabe-/Ausgabe-Geräte, angeschlossen sind. Sowohl in der Master-Steuereinrichtung als auch in den Busteilnehmern ist jeweils eine sicherheitsbezogene Einrichtung zum Ausführen von vorbestimmten Sicherheitsfunktionen angeordnet. Unter einer sicherheitsbezogenen Einrichtung ist eine Einrichtung zu verstehen, die im wesentlichen unter Ansprechen auf Zustandsinformationen der Anlage vorbestimmte Sicherheitsfunktionen ausführt, die ermöglichen, daß die gesamte Anlage, vorbestimmte Baugruppen oder Abschnitte der Anlage einen sicheren Zustand erreichen können. Sicherheitsfunktionen umfassen beispielsweise eine Stopp-Funktion, die die gesamte Anlage oder bestimmte Abschnitte der Anlage so schnell wie nötig in einen sicheren Zustand überführen kann. Auch die Not-Aus-Funktion ist eine Sicherheitsfunktion, mit der das gesamte System in einen sicheren Zustand gefahren werden kann. Weitere Sicherheitsfunktionen betreffen z. B. das Verriegeln von Türen, einen unbeabsichtigten Wiederanlauf im Fehlerfall der Anlage oder eines vorbestimmten Bereichs und andere, beispielsweise in der Europa-Norm EN 954-1 definierte Funktionen. Im Unterschied zum Stand der Technik, nach dem entweder redundante Bauteile für sicherheitstechnische Maßnahmen implementiert werden, oder parallele Leitungen zur Übertragung der notwendigen Steuersi-

gnale erforderlich sind, sind die sicherheitsbezogenen Einrichtungen gemäß der Erfindung ohne Redundanz in der Master-Steuereinrichtung und sind den Busteilnehmern implementiert und in der Lage, über den Feldbus selbst miteinander zu kommunizieren.

Jeder Busteilnehmer ist über eine Bus-Anschalteinrichtung an den Feldbus angeschlossen. Die Bus-Anschalteinrichtung kann einen ASIC-Baustein aufweisen, in dem das Datenübertragungsprotokoll implementiert ist. Bei dem Datenübertragungsprotokoll kann es sich beispielsweise um das Interbus-Protokoll handeln, wenn als Feldbus ein Interbus zum Einsatz kommt. Die Bus-Anschalteinrichtung dient dazu, die zwischen den sicherheitsbezogenen Einrichtungen auszutauschenden sicherheitsbezogenen Daten in den Nutzdatenfeldern vorbestimmter Datenrahmen über den Feldbus zu übertragen. Sofern ein Interbus-Protokoll verwendet wird, ist der Datenrahmen ein Summenrahmen, in dem die Nutzdaten aller angeschalteter Busteilnehmer enthalten sind. Als sicherheitsbezogene Daten werden in der gesamten Beschreibung und in den Ansprüchen Daten verstanden, die den Sicherheitszustand des jeweiligen Bus-Teilnehmers oder auch der Master-Sicherheitseinrichtung darstellen. Die Sicherheitszustände eines Bus-Teilnehmers werden von Überwachungseinrichtungen, insbesondere Sensoren erfaßt, die den zu sichernden Baugruppen, die an dem jeweiligen Busteilnehmer angeschlossen sind, zugeordnet sind. Beispielsweise erfaßt ein Sensor die Drehzahl einer Maschine. In diesem Fall zeigen die sicherheitsbezogenen Daten an, ob die Drehzahl der Maschine im Toleranzbereich liegt oder eine kritische Drehzahl überschritten hat. Es ist möglich, daß die Master-Steuereinrichtung und die Busteilnehmer die zu übertragenden sicherheitsbezogenen Daten in die Nutzdatenfelder des jeweiligen Bus-Teilnehmers einzubetten, so daß die für die Master-Steuereinrichtung bestimmten Nutzdaten und die sicherheitsbezogenen Daten des Busteilnehmers in demselben Buszyklus übertragen werden können. Darüber hinaus ist es denkbar, die sicherheitsbezogenen Daten eines Busteilnehmers in dem Nutzdatenfeld während eines separaten Buszyklus zu übertragen.

In einer bevorzugten Weiterbildung weist die sicherheitsbezogene Einrichtung jedes Busteilnehmers und/oder der Master-Steuereinrichtung wenigstens einen Eingang auf, der mit der Überwachungseinrichtung, beispielsweise einem Sensor verbunden ist. Die sicherheitsbezogene Einrichtung ist derart ausgebildet, daß sie das Ausgangssignal der Überwachungseinrichtung negiert und aus dem Ausgangssignal und/oder dessen negiertem Ausgangssignal eine Prüfinformation erzeugt, die zusammen die zu übertragenden sicherheitsbezogenen Informationen des jeweiligen Busteilnehmers darstellen. Auf diese Weise kann die Anlagensicherheit weiter gesteigert, da bei einer fehlerhaften Übertragung der sicherheitsbezogenen Daten die richtige Information entweder aus den negierten Daten oder der Prüfsumme gewonnen werden kann. Mit diesem Verfahren kann eine Bitfehlerwahrscheinlichkeit von  $10^{-13}$  realisiert werden.

In an sich bekannter Weise weist jeder Busteilnehmer und/oder die Master-Steuereinrichtung wenigstens einen Ausgang auf, der mit einer zu sichernden Einrichtung verbunden ist. Wie bereits erwähnt, kann es sich bei den zu sichernden Einrichtungen um Roboter, Maschinen und ähnliches handeln.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung ist jeder Ausgang über einen Schalter mit der Bus-Anschalteinrichtung und unmittelbar mit der sicherheitsbezogenen Einrichtung des jeweiligen Busteilnehmers und/oder der Master-Steuereinrichtung verbunden. In Abhängigkeit von dem Ausgangssignal der einer zu sichernden Einrichtung zugeordneten Überwachungseinrichtung öffnet oder schließt die si-

cherheitsbezogene Einrichtung den Schalter. Mit anderen Worten wird die zu sichernde Einrichtung in einen sicheren Zustand gefahren, d. h. von der Anlage abgeschaltet, wenn ein Fehler aufgetreten ist. An dieser Stelle sei bereits erwähnt, daß die infolge eines erfaßten Fehlers auszuführende Sicherheitsfunktion entweder durch das Ausgangssignal der jeweiligen Überwachungseinrichtung erfolgt, oder durch entsprechende, von der Master-Steuereinrichtung erzeugte und zur sicherheitsbezogenen Einrichtung des jeweiligen Busteilnehmers übertragene sicherheitsbezogene Daten ausgelöst wird.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung ist der Master-Steuereinrichtung eine übergeordnete Steuereinheit zugeordnet, die in Abhängigkeit von den sicherheitsbezogenen Daten der Busteilnehmer eine oder mehrere vorbestimmte Sicherheitsfunktionen auslösen kann. So können beispielsweise je nach Art des in einem Busteilnehmer ermittelten Fehlers entweder die an diesen Busteilnehmer angeschalteten zu sichernden Einrichtungen alleine, vorbestimmte Bereiche der Anlage oder sogar die gesamte Anlage abgeschaltet werden.

Damit die Master-Steuereinrichtung die sicherheitsbezogenen Daten der Busteilnehmer aus dem Datenrahmen auslesen kann, weist sie eine Empfangseinrichtung, eine Auswertungseinrichtung zum Auswerten der empfangenen sicherheitsbezogenen Daten und eine Einrichtung auf, die unter Ansprechen auf die ausgewerteten Daten neue für den jeweiligen Busteilnehmer bestimmte sicherheitsbezogene Daten erzeugt, die einer vorbestimmten Sicherheitsfunktion entsprechen. Die Empfangseinrichtung ist darüber hinaus derart ausgebildet, daß sie die sicherheitsbezogenen Daten, deren negierte Daten und die daraus gebildeten Prüfinformationen des jeweiligen Busteilnehmers empfangen kann, und daß die Erzeugungseinrichtung neue sicherheitsbezogene Daten, deren negierte Daten und eine daraus gebildete neue Prüfinformation erzeugen und im Nutzdatenfeld eines Datenrahmens zum jeweiligen Busteilnehmer übertragen kann.

Das technische Problem wird auch durch die Verfahrensschritte des in Anspruch 11 beanspruchten Verfahrens zum Übertragen von sicherheitsbezogenen Daten in einer Steuer- und Datenübertragungsanlage gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

**Fig. 1** ein stark vereinfachtes Blockschaltbild einer Steuer-Datenübertragungsanlage, in der die Erfindung verwirklicht ist;

**Fig. 2** die Blockschaltbilder zweier Busteilnehmer nach **Fig. 1**, in denen die erfindungsgemäße sicherheitsbezogene Einrichtung implementiert ist;

**Fig. 3** das Blockschaltbild der in **Fig. 1** gezeigten Master-Steuereinrichtung mit der erfindungsgemäßen sicherheitsbezogenen Einrichtung; und

**Fig. 4** einen beispielhaften Datenrahmen, in dem sicherheitsbezogene Information eines Busteilnehmers enthalten sind.

**Fig. 1** zeigt exemplarisch ein Interbus-System für eine Steuer- und Datenübertragungsanlage, wie sie in der Fachliteratur "Interbus-S, Grundlagen und Praxis", Mützig Buchverlag, Heidelberg, 1994, von Alfredo Baginsky et al. beschrieben wird. An den Interbus 10 sind eine Master-Steuereinrichtung 20 und drei Busteilnehmer 30, 40 und 50 angeschaltet. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß dies eine beispielhafte Ausführungsform ist, wobei die Erfindung auf andere Feldbusse sowie auf Systeme aus mehreren zusammengeschalteten Feldbussen anwendbar ist. Der Bus-

teilnehmer 30 ist mit einem an sich bekannten Schutzgitter 60 zur Überwachung von an den Busteilnehmer 30 angeschalteten Maschinen, Roboter und dergleichen, verbunden.

In **Fig. 2** sind die Busteilnehmer 30 und 40 in Blockschaltbildform detaillierter dargestellt. Da der schaltungstechnische Aufbau der Busteilnehmer im wesentlichen identisch ist, wird nur der Aufbau des Busteilnehmers 30 näher beschrieben. Der Busteilnehmer 30 ist über eine Busanschalteneinrichtung 70 an den Interbus 10 angeschaltet. Die Busanschalteneinrichtung 70 kann einen ASIC-Baustein aufweisen, auf dem das an sich bekannte Interbus-Datenübertragungsprotokoll implementiert ist. Ferner ist in dem Busteilnehmer 30 eine sicherheitsbezogene Schaltungsanordnung 80 implementiert, die im Sinne der Erfindung die sicherheitstechnische Überwachung des Busteilnehmers 30 übernehmen kann. Die Sicherheitsfunktionen, die die sicherheitstechnische Schaltungsanordnung 80 ausführen kann, sind in verschiedenen Normen bereits definiert. Darüber hinaus lassen sich alle denkbaren Sicherheitsfunktionen durch die sicherheitsbezogene Schaltungsanordnung 80 verwirklichen. Dazu weist die sicherheitsbezogene Schaltungsanordnung 80 einen Sicherheitsbaustein 90 auf, in dem ein vorbestimmtes Sicherheitsprotokoll, das an sich bekannt sein kann, implementiert ist. Der Sicherheitsbaustein 90 führt beispielsweise in Übereinstimmung mit der EN 954-1 regelmäßige Selbsttests durch. Dazu ist eine Ausgangsleitung 94 mit Schaltern 95 und 96 verbunden, über die die Sensoren 100 bzw. 102 mit den Eingängen 92 und 93 verbunden sind.

Diese Art von Selbsttest ist an sich bekannt. Der Sicherheitsbaustein 90 weist beispielsweise zwei Eingänge 92 und 93 auf, die mit einem Sensor 100 bzw. 102 verbunden sind, die zu überwachenden Einrichtungen zugeordnet sind. Beispielsweise überwacht der Sensor 100 die Drehzahl einer Drehmaschine 110 und der Sensor 102 einen Schweißroboter 120. An die Eingänge des Sicherheitsbausteins 90 kann auch das in **Fig. 1** gezeigte Schutzgitter 60 angeschaltet sein. Der Ausgang des Sensors 100 ist, wie bereits gezeigt, mit dem Eingang 92 des Sicherheitsbausteins 90 und unmittelbar mit einem Eingang der Busanschalteneinrichtung 70 verbunden. Auf ähnliche Weise ist der Ausgang des Sensors 102 mit dem Eingang 93 des Sicherheitsbausteins 90 und unmittelbar mit einem Eingang der Bus-Anschalteneinrichtung 70 verbunden. Der Sicherheitsbaustein 90 dient dazu, die von den Sensoren 100 und 102 kommenden Eingangsdaten, nachfolgend als die eigentlichen sicherheitsbezogenen Daten bezeichnet, zu negieren, und als sicherheitsbezogene negierte Daten der Bus-Anschalteneinrichtung 70 zuzuführen. Darüber hinaus erzeugt der Sicherheitsbaustein 90 aus den negierten sicherheitsbezogenen Daten und/oder aus den nicht negierten sicherheitsbezogenen Daten eine Prüfinformation, die ebenfalls der Bus-Anschalteneinrichtung 70 zugeführt wird. Die sicherheitsbezogenen Daten, die negierten sicherheitsbezogenen Daten und die Prüfinformation bilden die sicherheitsbezogene Information. Diese Maßnahme sorgt dafür, das Sicherheitsverhalten des Interbus-Systems zu verbessern, da die Datenübertragungssicherheit erhöht wird. Natürlich ist es möglich, nur die sicherheitsbezogenen Daten der Bus-Anschalteneinrichtung 70 zuzuführen. Es sei noch einmal erwähnt, daß es sich bei den sicherheitsbezogenen Daten um die eigentlichen Zustandsdaten des Busteilnehmers 30, spezieller um die Zustandsdaten der an ihn angeschalteten zu sichernden Einrichtungen 110 und 120 handelt. Die Bus-Anschalteneinrichtung 70 erzeugt einen gewöhnlichen Datenrahmen, beim Beispiel des Interbus-Systems einen Summenrahmen, in dem hintereinander die Eingangsdaten der angeschalteten Busteilnehmer 30, 40 und 50 enthalten sind, die zur Master-Steuereinrichtung 20 übertra-

gen werden sollen. Fig. 4 zeigt einen beispielhaften Interbus-Summenrahmen 125, der z. B. ein sogenanntes Loop-Back-Wort enthält, das die Master-Steuereinrichtung 20 erzeugt hat. Ein weiteres Feld ist der Prüfsumme gewidmet. In den Feldern 130, 140 und 150 sind die Nutzdaten des Busteilnehmers 30, 40 bzw. 50 enthalten. Der Summenrahmen 125 wird einem Buszyklus zur Master-Steuereinrichtung 20 übertragen. Erfindungsgemäß hat die Bus-Anschalteinrichtung 70 nunmehr die Aufgabe, die sicherheitsbezogenen Informationen des Busteilnehmers 30 in das ihm zugeordnete Feld 130 einzuschreiben. In unserem Beispiel werden die sicherheitsbezogenen Daten der Sensoren 100 und 102 in das Feld 132, die negierten sicherheitsbezogenen Daten in das Feld 134 und die berechnete Prüfinformation in das Feld 136 eingeschrieben. Es sei angemerkt, daß die in den Feldern 132, 134 und 136 stehenden sicherheitsbezogenen Daten entweder das gesamte Nutzdatenfeld 130 des Busteilnehmers 30 besetzen und in einem separaten Buszyklus übertragen werden oder aber nur einen Teil des Nutzdatenfeldes 150 belegen und somit zusammen mit den Nutzdaten des Busteilnehmers 30 in demselben Buszyklus zur Master-Steuereinrichtung 20 übertragen werden können. Dadurch kann eine effektivere Datenübertragung erzielt werden. Die Busteilnehmer 30, 40 und 50 können nicht nur sicherheitsbezogene Informationen zur Master-Steuereinrichtung 20 übertragen, sondern im Gegenzug auch sicherheitsbezogene Daten oder Informationen von der Master-Steuereinrichtung 20 empfangen. Dazu liest die Bus-Anschalteinrichtung 70 aus einem Nutzdatenfeld eines Summenrahmens die für den Busteilnehmer 30 bestimmten sicherheitsbezogenen Informationen aus, die wiederum aus den eigentlichen sicherheitsbezogenen Daten, den negierten sicherheitsbezogenen Daten und einer Prüfinformation, die allesamt, wie weiter unten noch beschrieben wird, in der Master-Steuereinrichtung 20 erzeugt werden. Die Bus-Anschalteinrichtung 70 weist beispielsweise zwei Ausgänge 72, 72 auf. An dem Ausgang 72 ist über einen Schalter 170 die Drehmaschine 110 und an den Ausgang 73 über einen Schalter 180 der Schweißroboter 120 angeschaltet. Über die Schalter 170 und 180 können die Drehmaschine 110 und der Schweißroboter 120 im Bedarfsfall von dem Interbus-System getrennt werden. Über die Schalter 170 und 180 werden insbesondere Steuerdaten, Prozeß- und Parameterdaten zu der Drehmaschine 110 bzw. dem Schweißroboter 120 oder Parameter- und Prozeßdaten von diesen zur Bus-Anschalteinrichtung übertragen. Die Ausgänge der Schalter 170 und 180 sind mit dem Sicherheitsbaustein 90 verbunden. Die Bus-Anschalteinrichtung 70 ist ebenfalls mit dem Sicherheitsbaustein 90 verbunden, um die von der Master-Steuereinrichtung 20 empfangenen sicherheitsbezogenen Informationen diesem zuzuführen. Die von der Master-Steuereinrichtung 20 empfangenen sicherheitsbezogenen Daten entsprechen vorbestimmten Sicherheitsfunktionen, die von dem Sicherheitsbaustein 90 ausgeführt werden. Dazu ist der Sicherheitsbaustein 90 ebenfalls mit den Schaltern 170 und 180 verbunden. Der Sicherheitsbaustein 90 erhält von der Bus-Anschalteinrichtung 70 die von der Master-Steuereinrichtung 20 kommenden sicherheitsbezogenen Daten, negierten sicherheitsbezogenen Daten und die Prüfinformation, die er zur Ermittlung der entsprechenden Sicherheitsfunktion benötigt. Beispielsweise interpretiert der Sicherheitsbaustein 90 die von der Master-Steuereinrichtung 20 kommenden sicherheitsbezogenen Daten dahin, daß die Drehzahl der Drehmaschine 110 einen kritischen Wert überschritten hat, und daß beispielsweise eine Person in den Sicherheitsbereich des Schweißroboters eingedrungen ist. Daraufhin wird eine vorbestimmte Sicherheitsfunktion ausgelöst, die bewirkt, daß die Schalter 170 und 180 geöffnet

werden, so daß die Drehmaschine 110 und der Schweißroboter 120 von dem INTERBUS 10 abgetrennt werden können. Mit der Zurückführung der Ausgänge der Schalter 170 und 180 auf den Sicherheitsbaustein 90 wird die Sicherheit des Systems weiter verbessert. So ist es denkbar, daß die von der Master-Steuereinrichtung 20 kommenden sicherheitsbezogenen Informationen derart verfälscht worden sind, daß sie einen fehlerfreien Zustand widerspiegeln. Tatsächlich aber sind in der Drehmaschine 110 und dem Schweißroboter 120 Fehler aufgetreten. Durch die rückgeführten Ausgänge der Schalter 170 und 180 ist der Sicherheitsbaustein 90 in der Lage, die tatsächlichen Zustandswerte mit den von der Master-Sicherheitseinrichtung 20 empfangenen sicherheitsbezogenen Informationen zu vergleichen und die Schalter 170 und 180 zu öffnen oder offen zu halten, wenn die Daten nicht übereinstimmen.

Der Sicherheitsbaustein 90 kann weitere Maßnahmen in Übereinstimmung mit der EN 954-1 enthalten, wie z. B. den erwähnten regelmäßig durchgeführten Selbsttest sowie einen Timer, der beispielsweise nach 40 ms die Schalter 170 und 180 öffnet, um die Drehmaschine 110 und den Schweißroboter 120 in einen sicheren Zustand zu schalten, wenn keine gültigen sicherheitsbezogenen Daten erkannt worden sind.

Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild der in Fig. 1 dargestellten Master-Steuereinrichtung 20. Allerdings sind nur die erfindungswesentlichen Merkmale dargestellt. Die Master-Steuereinrichtung 20 enthält eine übergeordnete Steuereinheit 200, deren Funktion später noch ausführlich beschrieben wird. Darüber hinaus ist in der Master-Steuereinrichtung 20 eine sicherheitsbezogene Schaltungsanordnung 210 implementiert. Ferner weist die Master-Steuereinrichtung 20 eine nicht dargestellte Empfangseinrichtung auf, die aus den Nutzdatenfeldern eines empfangenen Summenrahmens, beispielsweise aus dem in Fig. 4 gezeigten Summenrahmen 125, die sicherheitsbezogenen Informationen der Busteilnehmer 30, 40 und 50 auslesen kann. Beispielsweise werden die in dem Nutzdatenfeld 130 übertragenen sicherheitsbezogenen Daten des Busteilnehmers 30 betrachtet. Die Empfangseinrichtung führt die eigentlichen sicherheitsbezogenen Daten, die in dem Unterfeld 132 enthalten sind, einer ersten Prüfschaltung 220 zu. Die negierten im Unterfeld 134 enthaltenen sicherheitsbezogenen Daten werden einer zweiten Prüfschaltung 225 zugeführt. Die im Unterfeld 136 übertragene Prüfinformation wird sowohl der Prüfschaltung 220 als auch der Prüfschaltung 225 zugeführt. Die Prüfschaltungen 220 und 225 werten die empfangenen Daten aus. Die Prüfungsschaltung 220, die die eigentlichen sicherheitsbezogenen Daten verarbeitet, ist mit einer Logikschaltung 230 verbunden und führt ihre Ausgangsdaten der übergeordneten Steuereinheit 200 zu, während die Prüfschaltung 225 ausgangsseitig mit einer Logikschaltung 235 verbunden ist. Die übergeordnete Steuereinheit 200 erzeugt unter Ansprechen auf das Ausgangssignal der Prüfschaltung 220 ein von den sicherheitsbezogenen Daten des Busteilnehmers 30 abhängiges Steuersignal, das der Logikschaltung 230 und der Logikschaltung 235 zugeführt wird. Die Logikschaltung 235 erzeugt aus dem Ausgangssignal der Prüfschaltung 225 und dem Steuersignal der übergeordneten Steuereinrichtung 200 die eigentlichen sicherheitsbezogenen Daten, die für den Busteilnehmer 30 bestimmt sind. Die Logikschaltung 230 ermittelt aus dem Steuersignal der übergeordneten Steuereinheit 200 und den Ausgangsdaten der Prüfschaltung 220 ein Ausgangssignal, das einer Schaltung 240 zugeführt wird, die ein Ausgangssignal liefert, das den negierten sicherheitsbezogenen Daten der Logikschaltung 235 entspricht. Die Schaltung 240 erzeugt ferner entweder eine Prüfinformation aus den negierten sicherheitsbezogenen

Daten und/oder aus den eigentlichen sicherheitsbezogenen Daten. Die eigentlichen sicherheitsbezogenen Daten, die negierten sicherheitsbezogenen Daten und die Prüfinformation, die zusammenfassend als sicherheitsbezogene Information bezeichnet werden, werden von der sicherheitsbezogenen Schaltungsanordnung 210 wieder in das Nutzdatenfeld eines Summenrahmens eingeschrieben, das für den Busteilnehmer 30 bestimmt ist. Die Master-Steuereinrichtung 20 ist auch in der Lage, die sicherheitsbezogenen Informationen aller angeschalteter Busteilnehmer 30, 40 und 50 auf diese Art und Weise zu verarbeiten und in die entsprechenden Nutzdatenfelder eines Summenrahmens einzuschreiben.

Unter der Steuerung der übergeordneten Steuereinheit 200 kann die sicherheitsbezogene Schaltungsanordnung 210 der Master-Steuereinrichtung 20 während jedes Buszyklus oder in vorbestimmten Buszyklen vorbestimmte, d. h. eindeutig definierte sicherheitsbezogene Informationen in den, den Busteilnehmern 30, 40 und 50 zugeordneten Nutzdatenfeldern eines Summenrahmens zu den Busteilnehmern 30, 40, 50 übertragen. Die sicherheitsbezogenen Einrichtungen 80 der Busteilnehmer 30, 40 und 50 sind derart ausgebildet, daß sie unter Ansprechen auf den tatsächlichen Zustand des jeweiligen Busteilnehmers bzw. auf den Zustand der an den Busteilnehmer angeschalteten Eingabe-/Ausgabeseinrichtungen die empfangenen vorbestimmten sicherheitsbezogenen Daten verändert oder unverändert zur Master-Steuereinrichtung 20 zurücksenden können. Die Master-Steuereinrichtung 20 vergleicht die in den Nutzdatenfeldern des Summenrahmens empfangenen Busteilnehmer-spezifischen, sicherheitsbezogenen Informationen mit den vorbestimmten sicherheitsbezogenen Informationen. Stimmen die sicherheitsbezogenen Informationen überein, werden keine Sicherheitsfunktionen ausgelöst. Wenn allerdings die empfangenen sicherheitsbezogenen Informationen nicht mit den vorbestimmten sicherheitsbezogenen Informationen übereinstimmen, kann unter der Steuerung der übergeordneten Steuereinheit 200 die sicherheitsbezogene Schaltungsanordnung 210 sofort entsprechende sicherheitsbezogene Informationen erzeugen, die entsprechenden Sicherheitsfunktionen entsprechen. Diese sicherheitsbezogenen Informationen werden entweder von der sicherheitsbezogenen Schaltungsanordnung 210 der Master-Steuereinrichtung 20 verwendet, um beispielsweise eine Not-Aus-Funktion auszulösen, die das gesamte System in einen sicheren Zustand fährt. Andererseits ist es möglich, daß diese sicherheitsbezogenen Informationen zu den angeschalteten Busteilnehmern 30, 40 und 50 übertragen werden, deren sicherheitsbezogene Schaltungsanordnungen 70 unter Ansprechen auf die empfangenen sicherheitsbezogenen Informationen die jeweiligen Sicherheitsfunktionen auslösen. Um die Sicherheit des Gesamtsystems zu verbessern, können die vorbestimmten sicherheitsbezogenen Informationen ein zweites Mal zu dem Busteilnehmern 30, 40 und 50 übertragen werden, die dann wiederum in Abhängigkeit ihres Zustandes diese vorbestimmten sicherheitsbezogenen Informationen verändert oder unverändert zur Master-Steuereinrichtung 20 zurücksenden.

Dank der Erfindung, mit der die sicherheitstechnischen Maßnahmen zum einen in der Master-Steuereinrichtung 20 und zum anderen in jedem Busteilnehmer 30, 40 bzw. 50 implementiert werden, wobei die sicherheitsbezogenen Daten oder Informationen in den Nutzdatenfeldern des Interbus-Summenrahmens übertragen werden, ist es möglich, das System jederzeit mit herstellernunabhängigen Baugruppen zu erweitern, und die in der übergeordneten Steuereinheit 200 ablaufende Applikation zu verändern, ohne daß dadurch die sicherheitstechnischen Funktionen beeinträchtigt

werden.

## Patentansprüche

1. Steuer- und Datenübertragungsanlage umfassend einen seriellen Feldbus (10), an den eine Master-Steuereinrichtung (20) und mehrere Busteilnehmer (30, 40, 50) angeschaltet sind, dadurch gekennzeichnet, daß in der Master-Steuereinrichtung (20) und in den Busteilnehmern (30, 40, 50) jeweils eine sicherheitsbezogene Einrichtung (210; 80) zum Ausführen von vorbestimmten Sicherheitsfunktionen angeordnet ist und daß die sicherheitsbezogenen Einrichtungen (210; 80) über den Feldbus (10) miteinander kommunizieren können.
2. Steuer- und Datenübertragungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Busteilnehmer (30, 40, 50) über eine Bus-Anschalteinrichtung (70) an den Feldbus (10) angeschlossen ist, wobei die Bus-Anschalteinrichtungen (70) die zwischen den sicherheitsbezogenen Einrichtungen (80; 210) auszutauschenden sicherheitsbezogenen Daten, die den Sicherheitszustand des jeweiligen Bus-Teilnehmers (30, 40, 50) darstellen, in den Nutzdatenfeldern (130, 140, 150) vorbestimmter Datenrahmen (125) über den Feldbus (10) übertragen.
3. Steuer- und Datenübertragungsanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die sicherheitsbezogene Einrichtung (80; 210) jedes Busteilnehmers (30, 40, 50) und/oder der Master-Steuereinrichtung (20) wenigstens einen Eingang (92, 93) aufweist, der mit einer Überwachungseinrichtung (100, 102) verbunden ist, wobei die sicherheitsbezogene Einrichtung (80, 210) das Ausgangssignal der Überwachungseinrichtung (100, 102) negiert und aus dem Ausgangssignal und/oder dessen negiertem Ausgangssignal eine Prüfinformation erzeugt, die die zu übertragenden sicherheitsbezogenen Daten darstellen.
4. Steuer- und Datenübertragungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Busteilnehmer (30, 40, 50) und/oder die Master-Steuereinrichtung (20) wenigstens einen Ausgang (72, 73) aufweist, der mit einer sichernden Einrichtung (110, 120) verbunden ist.
5. Steuer- und Datenübertragungsanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Ausgang (72, 73) über einen Schalter (170, 180) mit der Bus-Anschalteinrichtung (70) und unmittelbar mit der sicherheitsbezogenen Einrichtung (90) des jeweiligen Busteilnehmers (30, 40, 50) und/oder der Master-Steuereinrichtung (20) verbunden ist.
6. Steuer- und Datenübertragungsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die sicherheitsbezogene Einrichtung (80; 210) unter Ansprechen auf das Ausgangssignal der entsprechenden Überwachungseinrichtung (100, 102) den Schalter (170, 180) öffnet oder schließt.
7. Steuer- und Datenübertragungsanlage nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die sicherheitsbezogene Einrichtung (210) der Master-Steuereinrichtung (20) eine Empfangseinrichtung zum Empfangen der sicherheitsbezogenen Daten jedes Busteilnehmers, eine Auswertungseinrichtung (220, 225) zum Auswerten der empfangenen sicherheitsbezogenen Daten und eine Einrichtung (200, 230, 235, 240) aufweist, die unter Ansprechen auf die ausgewerteten Daten neue für den jeweiligen Busteilnehmer (30, 40, 50) bestimmte sicherheitsbezogene Daten erzeugt, die einer vorbestimmten Sicherheitsfunktion entsprechen.

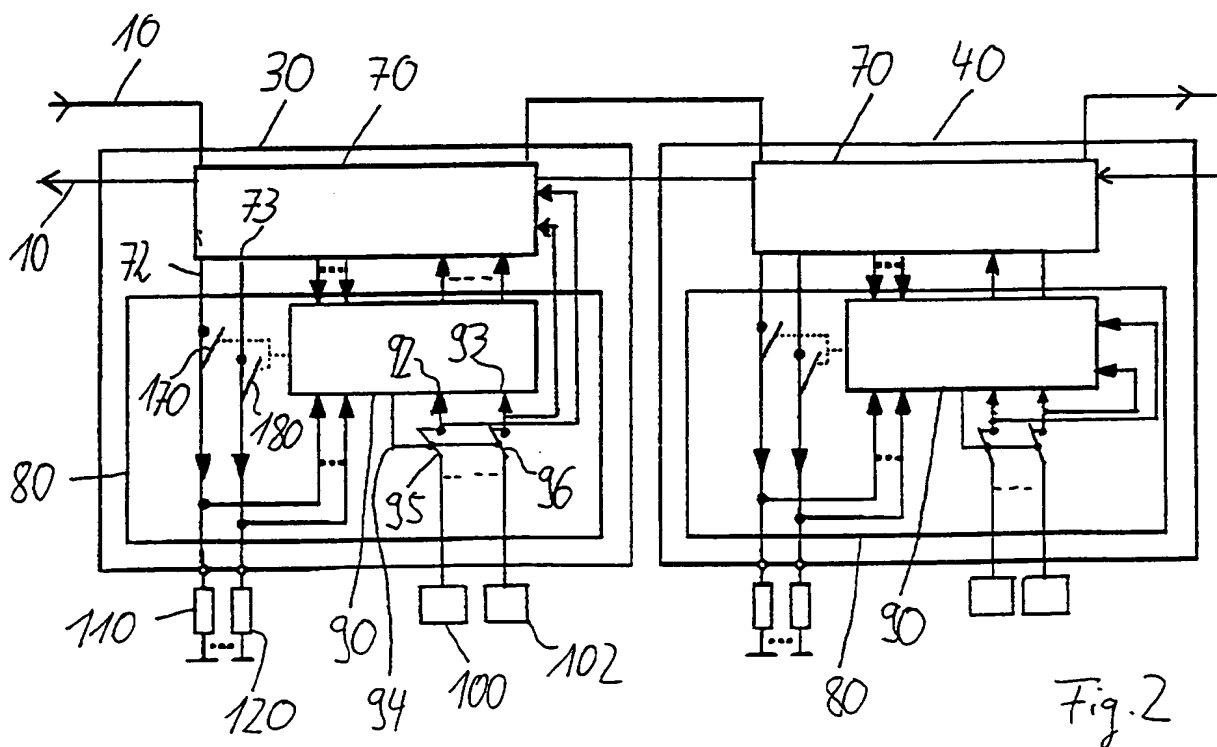
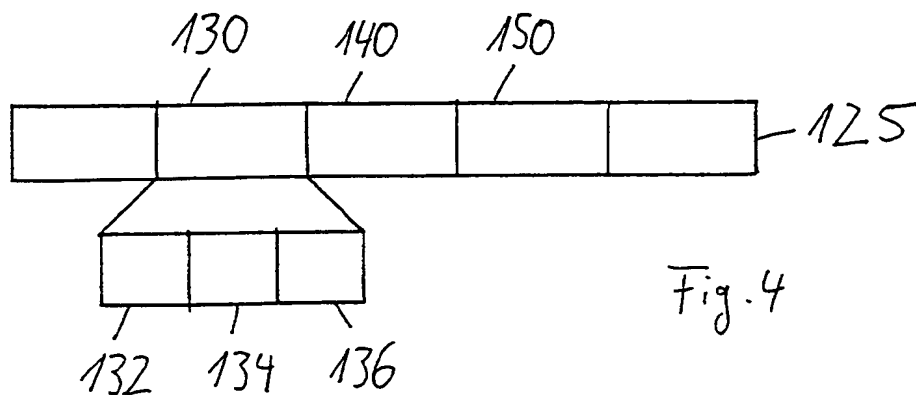
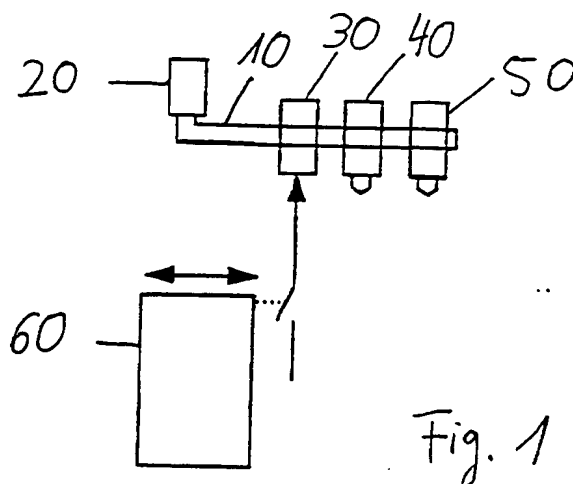
8. Steuer- und Datenübertragungsanlage nach Anspruch 3 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfangseinrichtung zum Empfangen der sicherheitsbezogenen Daten, deren negierten Daten und der Prüfinformation ausgebildet ist, und daß die Erzeugungseinrichtung (200, 230, 235, 240) zum Erzeugen der neuen sicherheitsbezogenen Daten, deren negierter Daten und einer neuen Prüfinformation ausgebildet ist.
9. Steuer- und Datenübertragungsanlage nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Feldbus (10) ein INTERBUS nach DIN 19258 und der Datenrahmen ein Summenrahmen (125) ist, der die Eingangs- oder Ausgangsdaten eines jeden Busteilnehmers (30, 40, 50) enthält.
10. Steuer- und Datenübertragungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Master-Steuereinrichtung (20) eine übergeordnete Steuereinheit (200) zugeordnet ist, die in Abhängigkeit von den sicherheitsbezogenen Daten der Busteilnehmer (30, 40, 50) eine oder mehrere vorbestimmte Sicherheitsfunktionen auslöst.
11. Verfahren zum Übertragen von sicherheitsbezogenen Daten in einer Steuer- und Datenübertragungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 10, die einen seriellen Feldbus (10) und daran angeschaltete Busteilnehmer (30, 40, 50) sowie eine daran angeschaltete Master-Steuereinrichtung (20) umfaßt, mit folgenden Verfahrensschritten:
- a) Implementieren eines Datenübertragungsprotokolls und eines Sicherheitsprotokolls zur Ausführung vorbestimmter, anlagespezifischer Sicherheitsfunktionen in jedem Busteilnehmer und in der Master-Steuereinrichtung;
  - b) unter Ansprechen auf die Ausgangssignale einer dem Busteilnehmer zugeordneten Überwachungseinrichtung erzeugt das entsprechende Sicherheitsprotokoll sicherheitsbezogene Daten, die den Zustand des jeweiligen Busteilnehmers widerspiegeln, und leitet diese an das Datenübertragungsprotokoll weiter;
  - c) das Datenübertragungsprotokoll überträgt die sicherheitsbezogenen Daten des jeweiligen Busteilnehmers in dem Nutzdatenfeld eines vorbestimmten Datenrahmens über den seriellen Feldbus zur Master-Steuereinrichtung;
  - d) das Sicherheitsprotokoll der Master-Steuereinrichtung empfängt die vom Busteilnehmer kommenden sicherheitsbezogenen Daten, erzeugt in Abhängigkeit davon neue sicherheitsbezogene Daten, die einer vorbestimmten Sicherheitsfunktion entsprechen, und überträgt die neuen sicherheitsbezogenen Daten in dem Nutzdatenfeld eines Datenrahmens zu dem entsprechenden Busteilnehmer zurück;
  - e) unter Ansprechen auf die neuen sicherheitsbezogenen Daten führt das Sicherheitsprotokoll des Busteilnehmers die zugehörige Sicherheitsfunktion aus.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß
- a) in Schritt b) das Sicherheitsprotokoll die sicherheitsbezogenen Daten negiert und eine Prüfinformation aus den sicherheitsbezogenen Daten und/oder den negierten sicherheitsbezogenen Daten eine Prüfinformation bildet und daß
  - b) in Schritt d) aus den empfangenen sicherheitsbezogenen Daten und deren negierten Daten sowie der Prüfinformation neue sicherheitsbezogene Daten, neue ne-

- gierte sicherheitsbezogene Daten und eine neue Prüfinformation erzeugt werden.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet,
- daß die Master-Steuereinrichtung in jedem Buszyklus vorbestimmte sicherheitsbezogene Daten zu den angeschalteten Busteilnehmern überträgt,
- daß die Busteilnehmer in Abhängigkeit ihres Sicherheitszustands sicherheitsbezogene Daten erzeugen und zur Master-Steuereinrichtung zurückschicken, die die ausgesendeten vorbestimmten sicherheitsbezogenen Daten mit den von jedem Busteilnehmer empfangenen sicherheitsbezogenen Daten vergleicht und vorbestimmte Sicherheitsfunktionen auslöst, wenn das Vergleichsergebnis negativ ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---





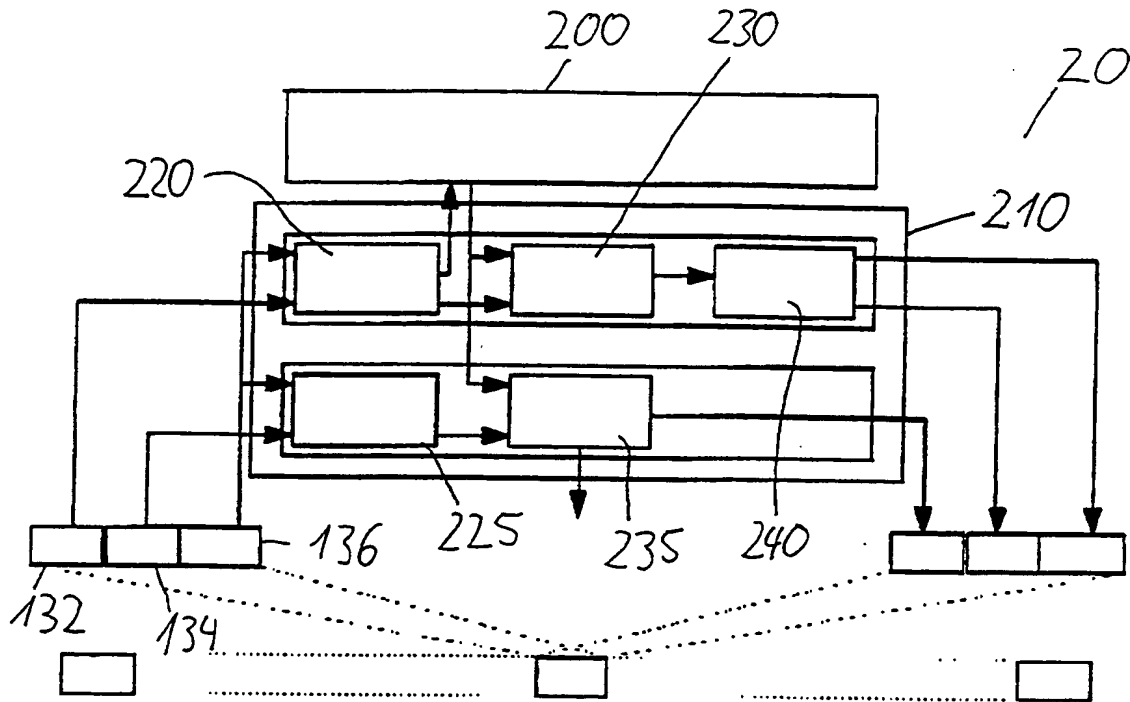


Fig. 3